УДК 621.865.8:004.93

ЧИНЬ СУАН ЛОНГ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО КОМПАСА

Компас является популярным инструментом при навигации. В прошлом компасы использовались для определения координат судов в море и местонахождения людей в лесу. Сегодня с развитием техники электронные компасы помогают принимать решения не только в навигации, но и для перемещения мобильных роботов. Электронный компас помогает определить правильное направление точки цели, рассчитать погрешности направления и улучшить результат управления роботом.
Ключевые слова: *электронный компас, мобильный робот, одометрия.*

Введение. Имеется много методов навигации мобильными роботами, и одним из них является электронный компас. Электронный компас, имеющий множество преимуществ (компактные размеры, высокая разрешающая способность, легкость в применении и высокая эффективность), является оптимальным решением в определении угла точки цели. Задав правильный угол цели системе управления робота, электронный компас наряду с другими датчиками, такими как дешифраторы, ультразвуковые, инфракрасные сенсоры, помогает улучшить результаты управления. В данной работе предлагается использование электронного компаса для управления мобильным роботом, чтобы сократить число ошибок. Этот метод имеет более высокую эффективность, и процесс управления становится проще.

Преимущества использования электронного компаса в мобильном роботе. Мобильный робот движется в неопределенной среде, в которой число, размер, форма и положение препятствий неизвестны. Робот должен пройти от стартовой точки до конечной, не сталкиваясь с препятствиями. Робот имеет 10 ультразвуковых датчиков, расположенных на корпусе, два электродвигателя с двумя интегрированными датчиками частоты вращения (encoder) и коробкой передач, электронный компас, батареи, контроллер, как показано на рис.1.

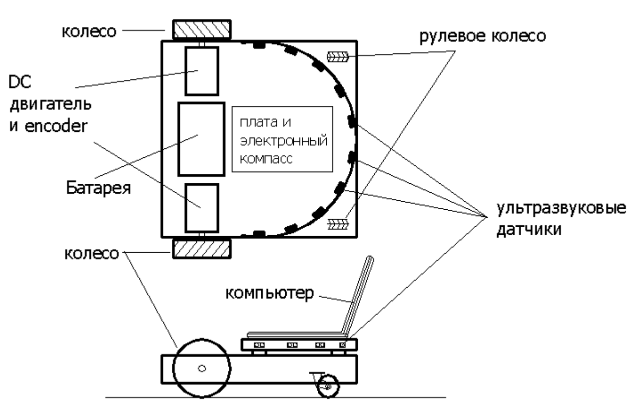


Рис.1. Устройство мобильного робота

В статье описано использование электронного компаса CMPS03 производства компании «Devantech» [1]. Этот компасный модуль был специально спроектирован как вспомогательный прибор для управления перемещением робота (рис.2). Цель проекта – получить однозначное значение параметра управления для представления направления перемещения, при котором предстоит выполнить роботу. Компас использует датчик с магнитным полем, который достаточно чувствителен, чтобы определить магнитное поле Земли.

Перед применением электронного компаса необходимо спроектировать материнскую плату (электронную цепь) для связи компаса с источником энергии и передачи сигнала системе управления мобильного робота (рис.3). После этого следует установить и настроить компас по направлению магнитного поля Земли. Для робота спроектирована материнская плата, включающая контроллер и присоединительные точки (контакты) для дешифраторов, ультразвуковых датчиков и электронного компаса. На роботе установлен компьютер, который имеет программу для отражения работы робота на дисплее.

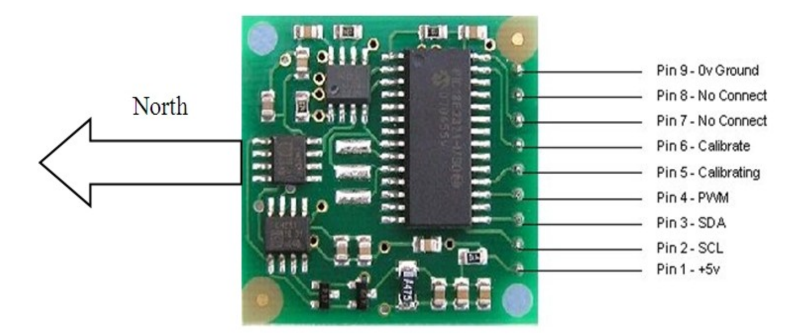


Рис.2. Схема модуля электронного компаса CMPS03

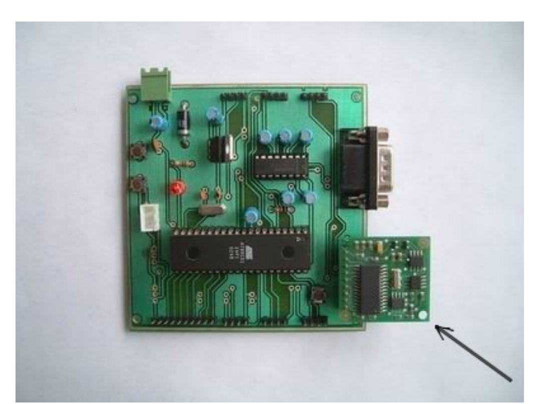


Рис.3. Место электронного компаса CMPS03 на материнской плате

Математическое и программное обеспечение системы управления мобильным роботом. Действительно, этот робот может двигаться к позиции цели с ультразвуковыми датчиками и двумя датчиками частоты

вращения, следуя методу одометрии. В этом методе координаты мобильного робота определяются путем применения основных геометрических отношений планиметрии (геометрии плоскости). Это необходимо для определения координат робота на плоскости XY.

Предположив, что положением n-й координаты робота является (x_n, y_n), а угол направленности относительно оси Y - θ_n, рассчитываем координаты робота в (n+1)-й позиции (время между n-й и (n+1)й – постоянная величина, например, 10 ms).

Движение левого колеса выражено как p (mm) на рис. 4, а правого колеса – q (mm). Эти оба движения определяются датчиками частоты вращения. Соответственно расстояние робота от n-й до (n+1)-й координаты можно выразить как

$$d = (p+q)/2.$$

Угол погрешности робота при движении от n-й до (n+1)-й координаты очень мал, следовательно, можно ввести формулу отклонения угла:

$$\Delta\theta \quad \Delta\theta = (p - q)/d.$$

Угол направления при (n+1)/n

$$\theta_{n+1} = \theta_n + \Delta\theta .$$

Координаты робота при (n+1):

$$x_{n+1} = x_n + d.\sin\theta_{n+1};$$

$$y_{n+1} = y_n + d.\cos\theta_{n+1}.$$

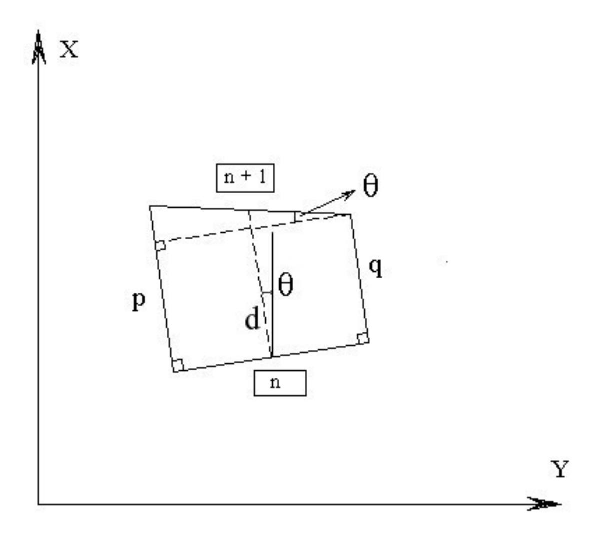


Рис.4. Расчет координат угла погрешности

Мы можем определить координаты мобильного робота при помощи лишь двух датчиков частоты вращения.

Основной идеей одометрии является интеграция информации дифференциального (инкрементного) движения во времени, что неизбежно ведет к накоплению ошибок. В частности, накопление ошибок определения ориентации вызовет большие позиционные погрешности, которые увеличиваются пропорционально расстоянию, пройденному

роботом. Несмотря на это, одометрия является важной частью системы перемещения робота и может быть упрощена, если можно улучшить точность одометрии.

С электронным компасом вычисление становится проще и нет накопления ошибок ориентации, так как величина θ_{n+1} является абсолютной. Нам нужно только настроить разрешающую способность электронного робота соответственно конкретному случаю.

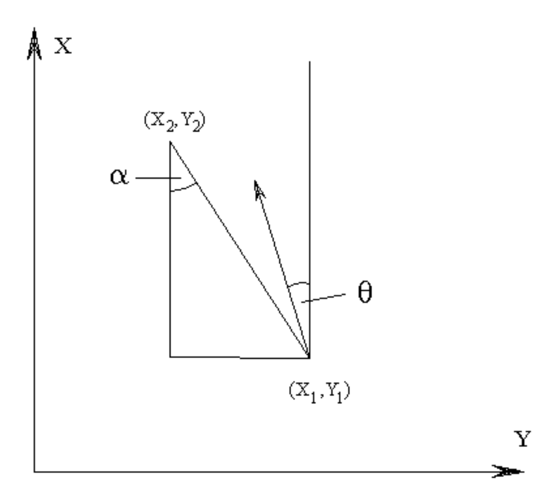


Рис.5. Определение угла до цели

Текущий угол определяется при помощи электронного компаса. Это полезная функция при движении к точке цели. Например, в данный момент робот находится в точке (x_1, y_1), и нужно двигаться к точке (x_2, y_2), как показано на рис. 5. Благодаря электронному компасу определен угол θ . Затем вычисляется угол α между (x_1, y_1) и (x_2, y_2):

$$\alpha = \text{arc}(x_2 - x_1)/(y_2 - y_1).$$

Роботу нужно развернуться на угол α - θ и затем идти прямо к точке (x_2, y_2). Чтобы управлять движением робота при наличии препятствий без столкновений, используются методы обхождения препятствий. Затем, после избежания столкновения, робот получит новую координату и новый угол направления движения. Вышеуказанное вычисление повторяется для определения направления движения робота.

Для обхождения препятствий используются нечеткая логика и нейронная сеть [2-4]. При помощи нейронной сети классифицируют окружающую среду на несколько более простых ситуационных классов. Затем, используя нечеткую логику, принимают решения о движении мобильного робота при помощи базы правил, которая построена и связана с каждой ситуацией (рис.6).

Робот изменяет направление к цели в процессе движения и приходит к цели безопасно (рис.7).

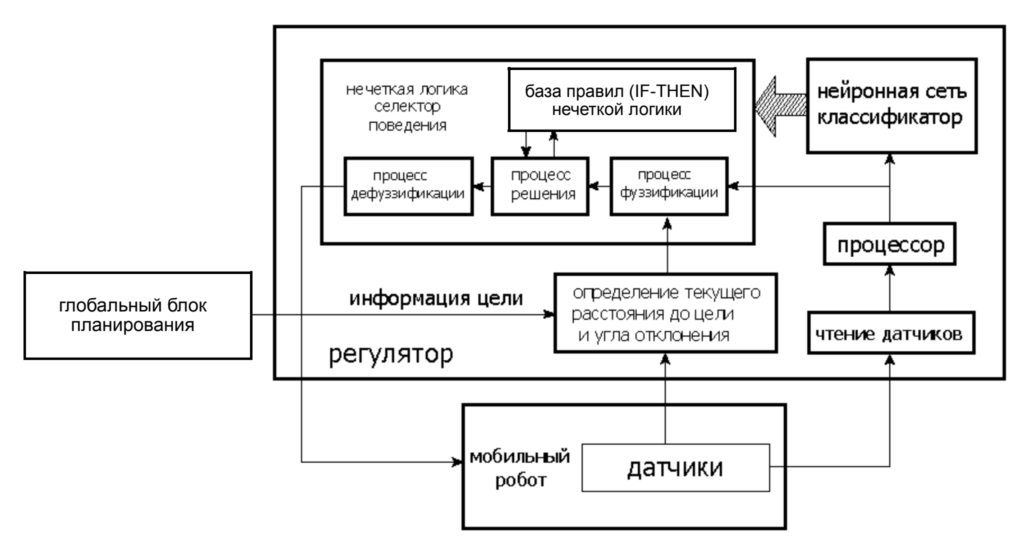


Рис.6. Структура обхождения препятствия
и схема контроллера поиска цели

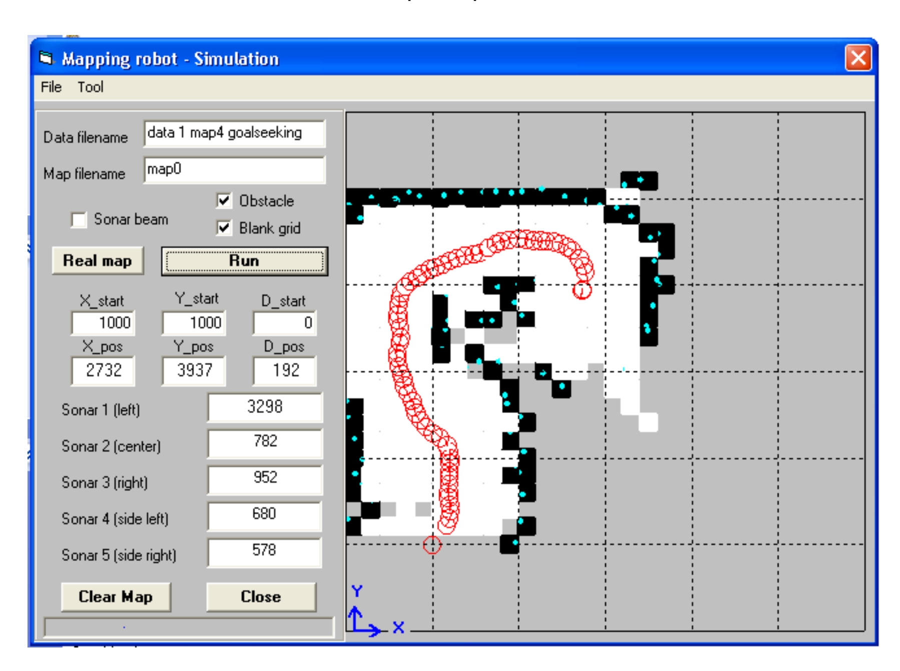


Рис.7. Результаты движения мобильного робота
отражены на экране компьютера

Заключение. С помощью электронного компаса CMPS03 проблема обхождения препятствий и движения мобильного робота решена с высокой эффективностью определения угла направления и угла отклонения. Точность определения углов до 0.5° зависит от разрешающей способности электронного компаса CMPS03. Кроме этого, электронный компас уменьшает накопленные ошибки угла при перемещении.

Библиографический список

1. Описание и характеристики электронного компаса CMPS03 из компании Devantech.

2. Hee Rak Beom and Hyung Such Cho. “A sensor-based Navigation for a mobile robot using Fuzzy Logic and Reinforcement Learning”. IEEE Transactions on system, Man, and Cybernetics, Vol.25. No.3. 03/1995.

3. E. Tunstel, Akbarzadeh and Kumbla. “Hybrid Fuzzy Control Schemes for Robotic Systems” IEEE Transactions on system, Man, and Cybernetics, Vol.15. No.5. 05/1995.

4. *Чинь Суан Лонг.* Особенности перемещения подвижных самоходных платформ на базе искусственного интеллекта / Чинь Суан Лонг // Проблемы мехатроники. Известия высших учебных заведениий Северо-Кавказский регион. Специальный выпуск. 2006.

Материал поступил в редакцию 10.12.07.

TRINH XUAN LONG

USING OF ELECTRONIC COMPASS
IN NAVIGATION OF MOBILE ROBOT

Compass is the popular instrument used in navigation. In the past, compasses were used to determine the coordinate of ships on the sea and position of people in the deep forests. Nowaday with the development of technology, electronic compasses contribute the excellent solutions in navigation, especially in navigation of mobile robot. Electronic compass with many advantages - compact dimension, high resolution, easy to use and high effect - will be the optimal solution in determining angle of goal point. By giving the right angle of goal to the controller of robot, electronic compass along with other sensors such as encoder and ultrasonic, infrared sensor help increase the result of navigation. In this paper we suggest using of electronic compass in mobile robot navigation to reduce the errors. This method has higher effect and the process of navigation become simplier.

ЧИНЬ СУАН ЛОНГ (р.1980), аспирант кафедры автоматизации производства, робототехники и мехатроники ЮРГТУ (НПИ). Окончил Ле Куй Дон университет во Вьетнаме (2004) по специальности «Электроника и автоматическое управление».
Научные интересы – роботизированная самоходная платформа с системой искусственного интеллекта.
Автор двух научных работ.